

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



② Aktenzeichen: P 37 35 266.0
② Anmeldetag: 17. 10. 87
④ Offenlegungstag: 27. 4. 89

② Anmelder:
Nagel Maschinen- und Werkzeugfabrik GmbH, 7440
Nürtingen, DE

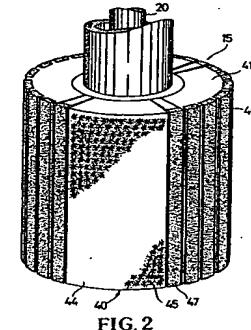
② Vertreter:
Ruff, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Beier, J., Dipl.-Ing.;
Schöndorf, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 7000
Stuttgart

② Erfinder:
Koch, Willi, Dipl.-Ing. (FH), 7440 Nürtingen, DE

④ Vorrichtung und Verfahren zur Honbearbeitung von Werkstücken

Das Honverdiesel (15) hat sowohl Honbälge (45), die auf aufweitbaren Segmenten (41) befestigt sind, als auch Segmente (40), auf denen Bürsten (45) angeordnet sind. Diese sind wechselweise anstell- bzw. ausfahrbar, so daß die Bohrung in einem Arbeitsgang und in einer Aufspannung nacheinander oder abwechselnd gehobt bzw. mit Bürsten bearbeitet werden kann.

Bei einer -Ausführung kann der Bürstenbesatz auch in Längsrichtung hinter den schleifenden Honbälgen angeordnet sein.



DE 37 35 266 A1

BUNDESDRUCKEREI 03.89 000117/000 10/50

1 Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Honbearbeitung von Werkstücken.

Es ist bekannt, gehobte Werkstücke durch rotierende Bürsten nachzuarbeiten, um Kanten zu entgraten. Dies erfolgt in einem nachgeschalteten Arbeitsgang auf einer gesonderten Maschine.

Es ist auch bereits versucht worden, spezielle Bürsten-Werkzeuge mit anstellbaren Bürsten zu versehen, bei denen viele anstellbare Leisten mit einem Bürstenbelag an einem rotierenden Werkzeug vorgesehen waren.

Dieses Verfahren wurde angewendet, wenn wegen auftretender Werkzeugkanten eine Entgratung notwendig erschien.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Honbearbeitung zu schaffen, bei dem die Bearbeitung durch Bürsten in das Honen integriert ist. Diese Aufgabe wird erfüllungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Werkzeug vorgesehen ist, das außer anstellbaren Bürsten auf das Werkstück einwirkende Bürsten aufweist.

Diese vorzugsweise gegen das Werkstück anstellbaren Bürsten können also unmittelbar anschließend und besonders bevorzugt zwischen einzelnen Honvorgängen eingesetzt werden. Sie tragen dabei nicht nur gegen an Kanten, d.h. an den äußeren Grenzen von gehobten Flächen, ab, sondern dienen auch zur Abrundung von Mikrograten auf der gebundenen Fläche selbst. Obwohl die Honbearbeitung eine Feinstbearbeitung ist, die eine hervorragende Oberflächenbeschaffenheit hinterläßt, ist sie doch eine Schleifebearbeitung, die mit einem Schleifkorn arbeitet, das allerfeinste Furchen und dementsprechend auch Grate oder Kämme hinterläßt. Diese können abgerundet werden. Dadurch wird eine Fläche geschaffen, die mit einem anderen darauf laufenden Maschinenteil in idealer Weise zueinanderarbeitet. Sie ist insbesondere schon am Beginn der Bearbeitung in einem Zustand, wie er oft erst durch ein Einfahren der Maschinenteile aufeinander herstellbar ist. Die Wirkung der Mikrofurchen nach einem Honvorgang die zu einer Aufarbeitung besonders erwünscht sind, wird dadurch in idealer Weise unterstützt. Zusätzlich werden alle Kanten entgratet bzw. bei einem Einsatz zwischen zwei aufeinander folgenden Honvorgängen wird ein Entstehen größerer Grate schon während des Honens verhindert. Ein besonderer Vorteil ist, daß dies alles in einer Werkzeugaufspannung erfolgen kann, weil dadurch für das Bürsten eine Verhältnisse vorliegen wie beim Honen. Zusätzlich wird ein neuer Aufspannvorgang und die Notwendigkeit einer zusätzlichen Maschine vermieden. Auch das Vorhandensein im übrigen identischer Bearbeitungsgänge wie beim Honen, insbesondere bei zur Bearbeitung vorgesehenen Werkstücken, sorgt für bessere Ergebnisse. Außerdem sorgen die Bürsten dafür, daß die gehobten Werkstücke auf von geringsten Schleifmittelablagerungen auf den Flächen und an den Kanten befreit werden. Dies ist auch wichtig, um die Arbeit in den folgenden Honvorgängen, insbesondere, wenn zusätzlich zu den Bürsten noch Honbeläge mit unterschiedlicher Körnung aufeinander folgend eingesetzt werden, wie es beispielsweise für das Plateau-Honen vorgesehen ist.

Die Bürsten können vorzugsweise auf anstellbaren größerflächigen Segmenten angeordnet sein, wobei eine bessere Eigenführung der Bürsten im Werkstück gegeben ist. Dies ist vor allem deswegen wichtig, weil die

Umfangsgeschwindigkeit beim Bürsten vorzugsweise auf höherer Werte bei gegenüber dem Honen unveränderter Axialgeschwindigkeit gesteigert wird. In jedem Falle sollte das Verhältnis von Umfangs- zu Axialgeschwindigkeit größer sein, als beim Honen. Durch laufen die Bürsten unter einem anderen Winkel zur Werkzeugachse als die Bearbeitungsgräben der Honbearbeitung. Die Bürsten treffen also die Grate der Honbearbeitung nicht in Längsrichtung, sondern unter einem gewissen Kreuzungswinkel und können somit diese Grate gut abrunden.

Infolge der höheren Umfangsgeschwindigkeit und der geringeren Eigenführungs-eigenschaften der Bürsten ist es vorteilhaft, Maßnahmen zur Führung des Werkzeuges während der Bürstenbearbeitung vorzusehen. Dies kann nach einem Merkmal der Erfindung durch Führungselementen geschehen, die beispielsweise in Umfangsrichtung geschenkt, zwischen den Bürsten und den Honbelägen vorgesehen sind. Bei einer gelenkigen Anordnung des Werkzeugs am Antrieb könnte ein Zulängungsglied beim Bürsten zugeschaltet werden, so daß die für das Honen u.U. vorteilhafte Gelenkigkeit zwischen Spindel und Werkzeug blockiert wird. Eine Lösung, die auch vorteilhafte Gelenkigkeit schafft, auch für die statische Eigenschaften des Honwerkzeuges während der Bürstenbearbeitung, sorgt, daß durch einen steile Richtungen federnden Zahnseitensteifigkeit gegeben. Dies kann beispielsweise durch ein röhrlärmiges Spindel-Zwischenstück realisiert sein, das Durchbrechungen aufweist. Ein solches Zwischenstück ist in der DB-PS 32 19 629 eingehend beschrieben, auf die wegen näherer Einzelheiten Bezug genommen wird.

In Weiterbildung kann zur Verbesserung des Bürstenvorganges vorgesehen sein, die Bürste mit ihren Bürsten vollständig oder im wesentlichen vollständig mit einem Stiftmaterial zu umgeben. Hierbei handelt es sich beispielsweise um ein Material, das sich einfach auftragen läßt und nach einer gewissen Zeit fest wird, so daß es die Bürsten stützt. Das Material kann aufgespritzt oder aufgesprüht oder in sonstiger Weise aufgetragen werden. Durch die Anbringung ist es möglich, die Bürste mit ihren Bürsten in ein flüssiges Kunstharz oder eine sonstige flüssige, später austrocknende Masse einzuhüllen.

Durch die Anbringung des Stiftmaterials entsteht ein fester Bürstenblock, der sich beim eigentlichen Bürstvorgang im Bereich der Bürsten spitzen abnutzt. Die Bürsten stehen also nur in ihrem vorderen Berührungs-Bereich aus dem Stiftmaterial hervor, während sie in ihrem übrigen Bereich seitlich durch das Material festgehalten werden. Dies führt dazu, daß das Umlegen der Bürsten und die dadurch hervorgerufenen Peitschenwirkungen vermieden werden. Insgesamt führt diese Art der Bürstenbehandlung zu einem verbesserten Bürstergen-

ni.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung im Zusammenhang mit den Zeichnungen hervor, wobei die beschriebenen Erfindungsmerkmale jeweils für sich allein oder in Kombination miteinander, ggf. auch auf anderen Anwendungsbereichen, neuartige Vorschläge ergeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Honvorrichtung bei der Bearbeitung eines Werkstücks.
Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Hon-

Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch ein Honwerkzeug.

Fig. 4 eine schematische Darstellung der Bearbeitungsschritte bzw. -Laufrichtungen auf einer gehonten Werkstückoberfläche.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 11 dargestellt, die aus einer Honnmaschine 12 mit einer Spanneinrichtung 13 und einem an einer Honspindel 14 angebrachten Honwerkzeug 15 besteht.

Die Honnmaschine 12 hat ein Maschinengestell 16 üblicher Art, in dessen oberem Teil die vertikale Honspindel 14 drehbar und axial verschiebbar gelagert ist. Sie wird von einem elektrischen Antriebsmotor 17 drehend angetrieben, während eine Hubeinrichtung 18, die als hydraulischer oder pneumatischer Hubzylinder angedeutet ist, eine in Geschwindigkeit und Hubhöhe sowie Hublage einstellbare axiale Hubbewegung veranlaßt. Es ist ferner eine Anstelleneinrichtung 19 gezeigt, durch die eine in der Honspindel 14 geführte, zum Honwerkzeug reichende Anstellstange 20 relativ zur Honspindel in axialem oder Drehrichtung verstellbar ist. Die Bewegungseinrichtungen 17, 18, 19 können auf beliebige Weise ausgebildet sein, beispielsweise als Elektro-, hydraulische oder pneumatische Antriebe, wobei insbesondere bei der Anstelleneinrichtung sich Schrittmotoren oder Linearmotoren als besonders geeignet erweisen.

Die Antriebe 17, 18, 19 werden durch eine Steuereinrichtung 21 in Abhängigkeit von Meßeinrichtungen, Programmen und/oder Eingaben über ein Bedienungsfeld 22 gesteuert bzw. geregelt.

Im unteren Teil des Maschinengestells 16 ist die Spanneinrichtung 13 angeordnet, die mit einer Transfer-einrichtung 24 zusammenarbeitet, kann auf der die Werkstücke 24 durch mehrere aufeinanderfolgende Bearbeitungsmaschinen für das Werkstück transportiert werden. Das Werkstück wird beim Ausführungsbeispiel durch Spannbacken 25 gehalten. Abhängig von der Art der Werkstücke sind verschiedene Aufspannungsarten und Einrichtungen verwendbar, von einer schwimmenden Werkstückhalterung bis zu einer Spannvorrichtung, die im Werkstück eine Betriebsspannung simuliert. Auch eine Einspannung mehrerer Werkstücke zur gleichzeitigen Bearbeitung der dann miteinander füchtenden Bohrungen in diesen Werkstücken ist vorteilhaft einsetzbar.

Das dargestellte Werkstück 24 hat eine zu bearbeitende Werkstückoberfläche 26, in deren Bereich eine Aufnahme 27 vorgesehen ist.

Das Honwerkzeug 15 (s. auch Fig. 3 und 4) hat einen Werkzeugkörper 30, in dessen Innerem ein Anstellkörper 31 gegenüber dem Werkzeugkörper 30 axial verschiebbar gelagert ist, und zwar unter Einwirkung der Anstellstange 20. Bei einer drehbaren Anstellstange kann das Werkzeug im Bereich seines Spindelanschlusses 32 eine entsprechende Rotations/Linear-Umsetzungseinrichtung, beispielsweise eine Bewegungsschraube, aufweisen, die die Drehbewegung der Anstellstange 20 in eine Linearbewegung des Anstellkörpers 31 bzw. seines Schaftes 33 umsetzt.

Der Anstellkörper 31 ist beim Ausführungsbeispiel ein zylindrischer Körper mit zwei jeweils am Umfang verteilt angeordneten Gruppen von in Axialrichtung verlaufenden Einschnitten 34, 35, deren Grund gegenüber der Richtung der Werkzeugachse 36 in verschiedenen Richtungen und ggf. winkelgenaue Schräglängen 37, 38 bilden.

In die Einschnitte 34, 35 greifen entsprechend abgeschrägte Anstellleisten 39 von Segmenten 40, 41 ein, die in axiale Richtung bewegen, jedoch in radialer Richtung verschiebbar im Werkzeugkörper geführt sind und durch Federkraft, beispielsweise Schraubfedern 42, nach innen gegen den Anstellkörper angelegt sind. Die Art eines Honwerkzeuges mit Doppel-Aufweitung ist im deutschen Patent 24 50 686 und 25 06 242 beschrieben, auf die wegen Einzelheiten Bezug genommen wird.

In besondere aus Fig. 2 ist zu erkennen, daß das Segment 40 an seiner im Werkzeugdurchmesser entsprechend zylinderförmigen Außenfläche 44 mit Büsten 45 besetzt ist, die auf beliebige Weise dort dauerhaft, jedoch ggf. auswechselbar, befestigt sind. Diese Büsten sind in ihrem Material, ihrer Beschaffenheit, Dicke und Länge sowie Dichte dem Verwendungszweck, insbesondere dem zu bearbeitenden Material sowie der zu erreichen Oberflächenbeschaffenheit angepaßt. Sie können beispielsweise aus einem Polyamid bestehen, die ggf. mit Siliciumcarbid beschichtet ist, es kann sich um Stahlbüsten handeln, die ggf. mit einer Bronzeckugel an den Büstenköpfen verankert sind. Die Länge der Büsten kann beispielsweise zwischen 10 und 20 mm, die Dicke zwischen 15 mm, betragen. Das Segment 40 ist in zahlreichen Reihen oder auch gleichmäßig relativ dicht mit Büsten besetzt, die somit eine gute Führung dieses Segments bei der Bearbeitung sicherstellen. Sie können beliebig, z.B. in Reihen oder Blöcken, angeordnet sein.

Die Segmente 41 sind an ihrer Außenseite mit Hobnägeln 46 verschenkt. Hier kann es sich um unterschiedliche Belege handeln, die von einer Diamantschicht bis zu einzelnen keramischen Leisten reichen. Auch großflächige keramische Segmente sind einsetzbar. Zur leichteren Auswechslung können die Hobnägel auch auf nicht dargestellten Zwischenträgern angeordnet sein.

Zwischen jeweils zwei Büsten und Hobnägeln 46 befinden sich 47 vorgesehene, die über die axiale Länge der Segmente reichen, jedoch wesentlich schmäler sind als diese und nicht nachstellbar sind. Sie sind aus verschleißfestem Werkstoff gefertigt und dienen insbesondere zur Führung des Honwerkzeuges während des Einfahrens und Ausfahrens sowie während der Bearbeitung der Büsten.

Die Aktionen der Fig. 1 bis 3 dargestellte Vorrichtung erfolgen nach folgendem Verfahren:

Das Werkzeug wird mit eingefahrenen Hobnägeln in die Werkstückbohrung 26 eingefahren. Dazu wird die Anstellstange 20 über die Anstelleneinrichtung 19 in eine Mittelstellung gebracht, so daß beide Gruppen von Segmenten 40, 41 in einer mittleren Stellung stehen, in der der dann wirksame Durchmesser kleiner ist als der der Werkstückbohrung 26. Nach dem Einfahren in die Bohrung und ggf. einem Maßstab, falls das Werkzeug mit einer integrierten Meßeinrichtung ausgerüstet ist, wird durch Abwärtsbewegung des Anstellkörpers 31 über die Anstellstange 20 und die Anstelleneinrichtung 19 die beim Ausführungsbeispiel aus zwei Segmenten bestehende Gruppe von Hobnägeln 41 radial nach außen bewegen. Die beiden großflächigen Segmente, die nahezu ein Viertel (mehr als ein Achtel) und vorzugsweise mehr als ein Fünftel) des Umfangs des Honwerkzeuges einnehmen, werden an die Bohrungswand gedrückt und führen dort in mehreren Auf- und Abböhlen bei Drehung des Werkzeuges die öbliche Hobearbeitung aus. Die Anstellung erfolgt also durch Zusammenwirken der Schräglängen 38 an dem Anstellkörper 31 mit den entsprechenden Schräglängen an den zu den

5 Segmente 41 gehörenden Anstell-Leisten 39.

Wenn die Honbearbeitung beendet oder unterbrochen werden soll, so wird die Anstellstange 20 über ihre Mittelage nach oben bewegt, sodurch die Honsegmente 41 eingezogen und die entsprechenden Bürstensegmente, die im Ausführungsbeispiel 19 dargestellte Umfangsabschüttung einnehmen wie die Honsegmente 41, angezeigt. Diese Anstellung erfolgt soweit, daß die Bürsten 49 auf der Außenfläche 44 der Bürstensegmente 40 in Arbeitsangriff mit der zu bearbeitenden Bohrungsfäche 26 kommen. Es hängt von der jeweiligen Werkstück- und Bürstenart ab, wie weit die Anstellung der Bürsten zu einem optimalen Ergebnis vorgenommen wird. Dieses optimale Ergebnis soll allerdings möglichst eingehalten werden, um daß die Einstelleneinrichtung 19 dazu vorgesehen sein sollte, in Abhängigkeit von der Bürstenbearbeitung im Laufe der späteren Arbeitsgänge kontinuierlich oder schrittweise einzustellen, zu werden. Dies ist vorteilhaft mit der Erfahrung möglich. Es ist allerdings normalerweise nicht notwendig, während des Bürsten eines Werkstücks eine fortlaufende Anstellung vorzunehmen, wie dies bei den Honsegementen des Falles ist. Dies könnte zwar, z.B. um die Bürstenwicklung im Laufe der Bearbeitung zu verstärken oder abzuweichen, in positiver oder negativer Richtung vorgesehen werden, aber bei den meisten Werkstücken und Bürstenarten nicht notwendig.

Während der Bürstenbearbeitung wird das Honwerkzeug durch die Führungselemente 47 geführt. Normalerweise führen auch die Bürstenwand durch ihre seitliche Anlage an der Bohrungsmittenwand des Honwerkzeuges recht gut, bei erhöhten Drehgeschwindigkeiten könnte jedoch eine Auslenkung vorkommen. Von den Führungselementen aufgenommen wird, ehe es zu einem Anlaufen des Segmentaußenflächen 44 an der Bohrungsmittenwand oder zu einer Schädigung der Bürsten durch Abknicken oder abbrechen kommt.

Bei den vorbeugten Ausführungsbeispiel wird bei der Bürstenbearbeitung die Axialgeschwindigkeit beibehalten, die das Werkzeug auch bei der Honbearbeitung hatte. Die Umlaufgeschwindigkeit des Werkzeugs wird entsprechend erhöht, und zwar von dem beim Honen üblichen Wert auf 100 und vorzugsweise sogar über 250 m/min. Vorzugsweise wird über das Steuergerät die Umschaltung und die höhere Geschwindigkeit gleichzeitig mit der Anstellung der Bürsten, d.h. der entsprechenden Bedeutung der Anstellrichtung 19, vorgenommen, und zwar abhängig von einem voreingestellten Zeit- oder Maßwert. Wenn es sich bei der Bürstenbearbeitung um eine Bearbeitung mit dem Ende der Bürstenbearbeitung handelt, dann werden anschließend an die z.B. in ihrer Länge zeitgesteuerte Bürstenbearbeitung die Bürstensegmente wieder eingefahren (Mittelstellung des Anstellkörpers 31) und das Honwerkzeug aus der Bohrung ausgefahren.

Es ist jedoch vorteilhaft möglich, die Bürstenbearbeitung auch zwischen einzelne Abschnitte zwischenzuschalten. Dies kann zu einer Verkürzung der gehonnten Fläche zweckmäßig sein. In diesem Falle würde dann bei gleichzeitiger Herabsetzung der Umlaufgeschwindigkeit auf den beim Honen üblichen Wert wieder die Honsegmente 41 ausgefahren werden.

Die grundsätzlichen Segmente sind insbesondere bei der Verwendung als Bürstensegmente sehr vorteilhaft,

da sie eine gute Führung der Bürsten ohne Schwingungsanregung und dementsprechend eine ungestörte

Bürstenbearbeitung ermöglichen. Es wäre jedoch auch

möglich, einzelne schmalere Leisten mit Bürsten zu be-

legen. Auch eine Mischung oder Aufeinanderfolge von Bürsten unterschiedlicher Eigenschaften ist möglich. Es ist ferner vorstellbar möglich, die unterschiedlichsten Zustellsysteme zu benutzen. Bei üblichen Honwerkzeugen ist ein Zurütteln nicht für die Honleisten meist nötig.

Eine Anstellung für die Bürsten ist zur Abnutzungskompensation vorteilhaft, kann jedoch bei entsprechender hoher Standfestigkeit der Bürsten auch entfallen. In diesem Falle könnten die Bürsten auf dem Werkzeugkörper

15 per selbst oder fern daran angebrachte Schalen gefaßt werden. In diesem Falle wären allerdings die Bürsten auch während des Honvorgangs Eingriff, was bei gewissen Anwendungen problematisch ist.

19 ferner vorteilhaft sein kann. Eine vereinfachte Anstellung könnte die Bürstenabschnitte zwar zurückziehbar und wieder anstellbar machen, ohne aber eine maschinelle Nachstellung vorzusehen. In diesem Falle könnte auf eine Abnutzungskompensation entweder ganz verzichtet oder diese durch Handabschaltung am

20 Honwerkzeug am Ende einer bestimmten Zahl von Werkstücken vorgenommen werden. Als Anstellsystem für die Hon- und/oder Bürstenabstände könnten auch andere Prinzipien verwendet werden, beispielsweise mit Doppelkegeln oder mit drehbaren Nocken-Anstellkörpern arbeitende Systeme (s. DE-PS 245643). Auch zum Aufzuhonen ist das Werkzeug nach der Erfindung vorgesehen, um aber bei den meisten Werkstücken die Bürstensegmente nach Art von Zylindersegmentabschaltern ausgebildet sein.

Fig. 4 zeigt eine Abwicklung der bearbeiteten Werkstückfläche 26 und der schematische die Honbearbeitungsspuren 49 und die Bürstenbearbeitungsspuren 49 ange deutet sind. Es ist zu erkennen, daß bei der beschriebenen Bearbeitungsmethode die Honbearbeitungsspuren 49 sich unter einem größeren Winkel α kreuzen, ($\alpha = 2 \times \text{Arcg} (\text{Vonit Winkel})$) zwischen den Laufrichtungen 49 der Bürsten, die sich unter dem Winkel β schneiden. Während die vom Honen stammenden Bearbeitungsspuren wegen der besseren Überlappung sogar erweitert sind, zeigt das Bürsten normalerweise keine erkennbaren Bearbeitungsspuren. Es ist aber wichtig, daß Winkel α und β unterschiedlich sind, damit die Bürsten die beim Honen entstandenen Mikrograde überfahren und abwischen können.

25 Es wäre auch ungewöhnlich möglich, den Winkel β durch eine höhere Axialgeschwindigkeit während des Bürsten größer zu machen als den Winkel α , jedoch ist dies wegen des dabei aufzufindenden höheren Massenkräfte für die Maschine und das Werkzeug weniger günstig. Es

30 könnte sich lediglich bei Gratmenen, die in erster Linie an Kanten von Ausschnitten 27 oder anderen Stufen der bearbeiteten Fläche bilden. Diese Stufen in jedem Falle bei der Bürstenbearbeitung entgraten.

Bei der Bürstenbearbeitung können die üblichen Schnitt- und Honflächenstücke eingesetzt werden wie beim Honen. Auch deswegen ist die Interpretierung der Bürstenbearbeitung in die Honbearbeitung und die Zusammenfassung der beiden Werkzeuge sowie ihre Verwendung auf einer Maschine von großem Vorteil.

35 Das in den Fig. 1 bis 3 dargestellte Werkzeug war fest an der Honspindel angebracht. Wenn das Honwerkzeug zum Ausgleich von Fluchtungsfestigkeiten gekennzeichnet an der Honstange angeordnet ist, so kann es zweckmäßig sein, eine Zwischenführung einzuschalten. Diese könnte beispielsweise aus einem Zwischenlager bestehen, das um

40 den Honspindel angriff und bei der Umlaufbewegung des Honwerkzeuges oder am unteren Teil der gelänglichen Spindelführung bzw. eines Adapters angriff und bei

45 der Bürstenbearbeitung zugeschaltet wird, um dann das

Werkzeug weitgehend seitlich unbeweglich zu führen. Es können aus einer mitlaufende Schiebehilfe vorgesehen sein, die das Gelenk in der Werkzeugführung zum Bürsten blockiert.

Fig. 5 stellt ein Werkzeug dar, das unter dem Warenzeichen "Precido" von der Fa. NAGEL, Maschinen- und Werkzeugfabrik, 7440 Nürnberg, vertrieben wird. Dieses Werkzeug ist dazu bestimmt, mit einer Festeinstellung im wesentlichen den gesamten Werkstoffabtrag in einem axialen Hub vorzunehmen. Dazu weist es folgende Merkmale auf:

An einem rohrförmigen Werkzeugkörper 50 sind, beginnend mit den freien Enden 51, folgende Abschnitte vorgesehen: eine zylindrische oder sehr leicht konische Führungszone 52, eine konische Schneidezone 53 und eine im wesentlichen zylindrische Kalibrierzone 54, auf die eine hintere Führungs- oder Übergangszone 55 folgt. Zumindest die Schneide- und Kalibrierzone 53, 54 sind mit einem vorwärts-Distanzring enthalten, der die Hülle abdeckt. Diese Zonen schließen stufenlos und unmittelbar stetig aneinander an und sind in ihrem Durchmesser so bemessen, daß die Führungszonen einen nur geringfügig geringeren Außen Durchmesser hat als der Durchmesser der vorbearbeiteten Bohrung, während die Kalibrierzone den Fertigdurchmesser der Bohrung bestimmt. Im Bereich der Schneidezone wird der Werkstoff im wesentlichen abgetragen, wozu das Werkzeug mit einer geringeren Hubgeschwindigkeit bewegt wird als beim normalen Honen, während die Umlaufgeschwindigkeit im Bereich der beim Honen üblichen Werte liegt. Die einzelnen Zonen sind dementsprechend in ihren Durchmessern nur um hundertstel oder zehntel Millimeter unterschiedlich, während die Fig. 5 zur Deutlichkeit der Darstellung diese Werte weit überhöht wieder- 50 gibt.

Auf dem die hintere Führungs- und Übergangszone 55 anschließenden Abschnitt 56 und auch schon im Führung- und Übergangsbereich 53 sind bei dem Werkzeug Bürsten angeordnet, die direkt in den Werkzeugkörper eingeschoben können. Dieser Abschnitt ist relativ lang. Er kann im Bereich einer der Schneidezone aufwärts reichenden Schiene 57 liegen. Der zylindrische Werkzeugkörper radial elastisch macht und durch einen inneren, strichiert angedeuteten kegelförmigen Aufweitkörper eine Voreinstellung des Werkzeuges auf den Bearbeitungsdurchmesser vor dem Beginn der Bearbeitung ermöglicht. Üblicherweise ist eine Einstellung bzw. Nachstellung erst nach vielen Bearbeitungsvorgängen notwendig.

Das Werkzeug arbeitet darunter, daß es in der im deutschen Patent 24 60 997 beschriebenen Weise in einem Hauptbearbeitungsgang durch die Werkstückbohrung hindurch gefahren wird und dabei den durch die Kalibrierzone 54 bestimmten Bohrungsdurchmesser erzeugt. Danach kommen die Bürsten in Eingriff. Wenn die Kalibrierzone 54 ganz nach unten aus dem Werkstück herausgefahren ist, kann die Drehgeschwindigkeit des Werkzeuges erhöht werden, um auf die beim Bürstenfahren folgende höhere Geschwindigkeit, die zwischen dem 3- und 10-fachen (vorwärts bis 10-fach) beim Honen üblichen Umlaufgeschwindigkeit, hinzu kommen. Es können auch Axialhube vorgesehen sein, die den Bürstenabschnitt 56 in der Bohrung hin- und herfahren, bevor, ggf. unter erneuter Herabsetzung der Umlaufgeschwindigkeit, die Kalibrierzone 54 wieder durch die Werkstückbohrung hindurchgefahren wird. Die Bürstenbearbeitung kann auch erst dann erfolgen, 50

nachdem die Kalibrierzone einige aufeinander folgende Egalisierungshübe durchgeführt hat und dementsprechend praktisch keine Werkstoffabtrag mehr erfolgt.

Es kann auch vorgesehen sein, für das Bürstenabschnitt eine unabhängige Nachstell- bzw. Anstellvorrichtung vorzusehen, wenn die Bürsten eine von den Honblegen unterschiedliche Abnutzungsgeschwindigkeit haben.

Auch in diesem Falle ist das Bürsten direkt ins Honbleiben integriert, und die beiden Bearbeitungsvorgänge finden nacheinander, jedoch in der gleichen Werkstückaufspannung und in der gleichen Maschine statt. Durch entsprechende Anpassung der Umfangs- und Axialgeschwindigkeiten kann auch hier ein unterschiedlicher Kreuzungswinkel vorgesehen werden, wobei hier zweckmäßigsterweise der Winkel β der Bürstenlaufrichtung größer gewählt wird, weil der Winkel α der Honbearbeitungsspuren relativ klein ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Honbearbeitung von Werkstücken (24) mit einem Werkzeug (15), dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (15) auf das Werkstück (24) einwirkende Bürsten (45, 56) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Honblege (46, 53, 54) und/oder Bürsten (45, 56) gegen das Werkstück (24) anstellbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten (45) wechselweise mit den Honblegen (46) anstellbar sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten (45, 56) eine zur Abnutzungskompensation veränderbare Anstellvorrichtung aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten (45) auf anstellbaren Segmenten (40) angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Segment (40) mehr als ein Achtel vorwärtsweise ca. ein Fünftel des Umfangs umfaßt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bürstensegmente (40) im Wechsel mit Honblegen (46) die vorwärtsweise auch auf anstellbaren Segmenten (41) angebracht sind, über den Umfang verteilt angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Führungsleisten (47) vorgesehen sind, die vorwärtsweise in Umfangsrichtung zwischen den Bürsten (45) und den Honblegen (46) vorgesehen sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug eine Aufweiteinrichtung (31, 34, 35, 37, 38) aufweist, die bei Befestigung in unterschiedlichen Richtungen die Honblege (46) oder die Bürsten (45) anstellt.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug (15) an dem Antrieb (17) mittels eines federnd nachgiebigen, jedoch torsionsstifen Zwischengliedes (29) geführt ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer gelegten Anordnung

des Werkzeuges (15) am Antrieb (17) ein Zusatz-
föhrungsglied vorgesehen ist, das beim Bürsten an
dem Werkzeug (15) bzw. der Spindel (14) angriff
und diese im wesentlichen in seitlichen Richtungen
unbeweglich führt.

12. Vorrichtung nach dem Oberbegriff der An-
sprüche 1, gekennzeichnet durch einen Antrieb (17)
für eine Honspindel (14), an der ein mit wechselwei-
se mit einem Werkstück (24) in Eingriff bringbaren
Honbeläge (46) und Bürsten (45) verschei-
benes Werkzeug anbringbar ist, wobei der Antrieb (17)
bei Eingriff der Bürsten auf eine höhere Umgangs-
geschwindigkeit bringbar ist, als beim Eingriff der
Honbeläge.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Axial-Hubgeschwindigkeit 15
beim Eingriff der Bürsten im wesentlichen gleich
der beim Eingriff der Honbeläge benötigten Hubge-
schwindigkeit verbleibt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch 20
gekennzeichnet, daß bei Anstellung der Bürsten die
Drehgeschwindigkeit des Antriebes (17) auf einen
Wert einstellbar ist, der eine Umgangsgeschwin-
digkeit, über 100 m/Min., vorzugsweise über
250 m/Min., beträgt.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, gekennzeichnet, durch einen Antriebs-
Umschaltmechanismus (21), die den Antrieb im we-
sentlichen gleichzeitig mit dem Umschalten bringen
der Bürsten auf eine höhere Drehzahl auschaltet.

16. Verfahren zur Bearbeitung von Werkstücken
durch Honen und Bürsten, dadurch gekennzeich-
net, daß die Hon- und Bürstenbearbeitung unmit-
telbar aufeinanderfolgend in einer Werkzeugauf-
stellung erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekenn-
zeichnet, daß das Werkstück (24) abwechselnd
durch Honen und durch Bürsten bearbeitet wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch
gekennzeichnet, daß die Bearbeitung beim Bürsten
mit einer um das mehrfache Drehzahl höheren Um-
gangsgeschwindigkeit erfolgt als beim Honen.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß der Überschnei-
dungswinkel der Bearbeitungspuren beim Bürsten 45
(9) wesentlich von dem beim Honen (8) abweicht
und vorzugsweise wesentlich kleiner ist als dieser.

20. Werkstück, das nach dem Verfahren nach einem
der Ansprüche 16 bis 19 bearbeitet ist.

21. Werkstück nach Anspruch 20, dadurch gekenn-
zeichnet, daß es eine Fläche enthält, die durch vor-
zugsweise abwechselnd aufeinanderfolgende Hon-
en und Bürsten bearbeitet ist.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß die Bürsten vollstän-
dig oder im wesentlichen vollständig von einem 55
Stützmaterial oder dgl. umgeben sind.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch ge-
kennzeichnet, daß das Stützmaterial ausgehär-
tet ist.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15
und 22, 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Bür-
sten in ein fülliges, austärtendes Material, insbe-
sondere einen Kunstharz oder dgl., eingetaucht
sind.

– Leerseite –

ANSWER TO THE 2015 EDITION

3735266

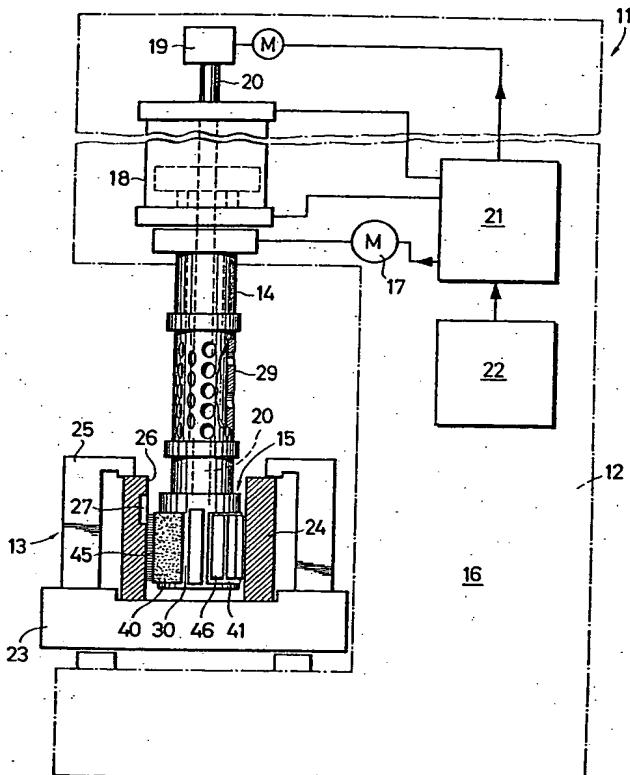


FIG. 1

908 817/389

ENSOOGID: 4DE_3735266A1_1>

3735266

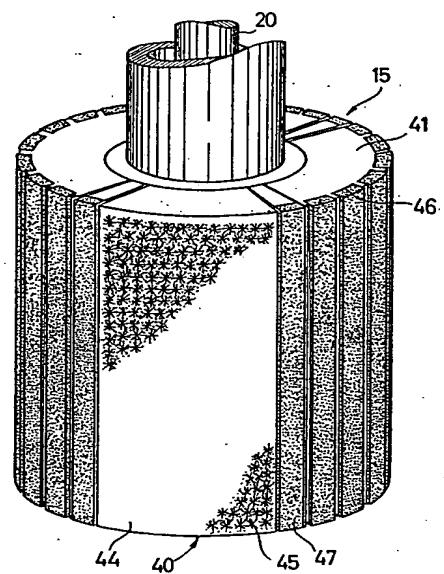


FIG. 2

3735266

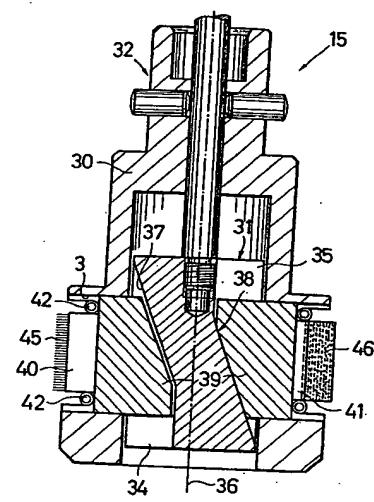


FIG. 3

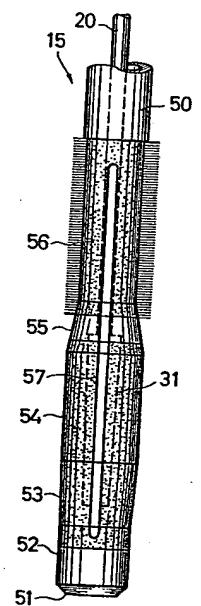


FIG. 5

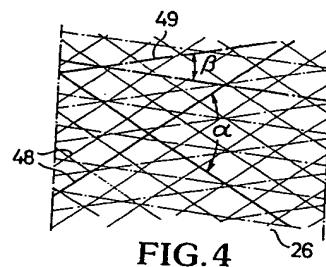


FIG. 4

BNSC001 <DE_3735266A1>